

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-138669

(43)Date of publication of application : 13.05.2004

(51)Int.Cl.

G02B 27/09

G02B 27/00

G03B 21/00

G03B 21/14

H04N 5/74

(21)Application number : 2002-300815

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 15.10.2002

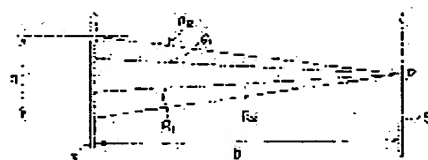
(72)Inventor : SUZUKI HIROAKI
TAKEGAWA HIROSHI
NAKAO ISAMU

(54) ILLUMINATOR AND PICTURE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To restrain the production of speckle noise without making device constitution larger nor causing the lowering of the utilization efficiency of light by using coherent light as illuminating light.

SOLUTION: Assuming that the beam diameter of the coherent light when it is made incident on a beam shaping element 3 is (a), an optical distance from the element 3 to a surface to be illuminated 5 is (b) and the light distribution angle of luminous flux transmitted through the element 3 is θ_2 , $\tan\theta_2 > (a/2b)$ is satisfied.



BEST AVAILABLE COPY

特開2004-138669
(P2004-138689A)
(43) 公開日 平成18年5月13日 (2004.5.13)

(5) Int. Cl. ⁷		FI		ターマコード (参考)	
G02B 27/09	G02B 27/00	E	2K103		
G02B 27/00	G03B 21/00	D	5C058		
G03B 21/00	G03B 21/14	A			
G03B 21/14	H04N 5/74	Z			
H04N 5/74	G02B 27/00	V			
		審査請求 未請求	請求項の数 41	OL	(全 20 頁)
(21) 出願番号	特開2002-300815 (2002.10.15)	(71) 出願人	000002185		
(22) 出願日	平成14年10月15日 (2002.10.15)		ソニー株式会社		
		(74) 代理人	東京都品川区北品川6丁目7番35号		
			井理士 小池 晃		
		(74) 代理人	井理士 田村 榮一		
			井理士 伊賀 誠司		
		(72) 発明者	鈴木 博明		
			東京都品川区北品川6丁目7番35号		
		(72) 発明者	武川 洋		
			東京都品川区北品川6丁目7番35号		
			二一株式会社内		

(54) 【発明の名称】 照明装置及び画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 照明光としてコヒーレント光を用い、装置構成を大型化することなく、光利用効率の低下を招来することなく、スเปックルノイズの発生を抑える。

【解決手段】 コヒーレント光のビーム整形素子3に入射するときのビーム径をa、ビーム整形素子3から被照明面5までの光学的距離をb、ビーム整形素子3を透過した光束の配光角を θ としたとき、 $\tan \theta > (a/b)$ が満たされている。



上記ビーム整形素子は、配光角に異方向性を有していることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項11】

上記ビーム整形素子は、断面形状が開口形状の入射光を、断面形状が円形状の光束として出射させることを特徴とする請求項10記載の照明装置。

【請求項12】

上記ビーム整形素子は、断面形状が開口形状の入射光を、断面形状が四角形状の光束として出射させることを特徴とする請求項10記載の照明装置。

【請求項13】

ビーム整形素子は、上記コヒーレント光の光路上の任意の点の近傍に配置されており、この点は、この点におけるコヒーレント光の断面径がこのコヒーレント光の光軸上の前後位置における該コヒーレント光の断面径より小さくなっている点であることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項14】

コヒーレント光を出射し、このコヒーレント光によって被照明面を照明するコヒーレント光源手段と、上記コヒーレント光源手段と上記被照明面との間の上記コヒーレント光の光路上に配置され、該コヒーレント光が加手段から入射するコヒーレント光の強度分布を変化させて所定の強度分布に配光して出射させるビーム整形素子と、

上記ビーム整形素子を振動させる加振手段と、上記ビーム整形素子と上記被照明面との間に配置された少なくとも一対のレンズと

を備え、

上記コヒーレント光源手段から出射されたコヒーレント光が上記ビーム整形素子に入射するときの入射面内における任意の方向のビーム径をaとし、このビーム整形素子から上記被照明面までの光学的距離をbとし、ビーム整形素子を透過した光束の配光角を θ とし、ビーム整形素子に入射するコヒーレント光の中で光軸から最も離れた箇所を透過した光束がn枚目のレンズを通過したときの光軸に対する出射角を ϕ_n とし、ビーム整形素子から配光するn枚目のレンズとビーム整形素子との間の光学的距離を b_n としたとき、nが1であるときには、

$a/2 < b \tan \theta + (b - b_1) \tan \phi_1$ が成立し、nが2以上の整数であるときには、 $a/2 < b \tan \theta + 1 + a \sum_{n=2}^{\infty} (b_1 - b_{n-1}) \tan \phi_{n-1} + (b - b_n) \tan \phi_n$ が成立していることを特徴とする照明装置。

【請求項15】

上記加振手段による上記ビーム整形素子の振動の周波数が30Hz以上であることを特徴とする請求項14記載の照明装置。

【請求項16】

上記加振手段は、超音波モータを有し、この超音波モータによって、上記ビーム整形素子を振動させることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項17】

上記加振手段は、圧電素子を有し、この圧電素子によって、上記ビーム整形素子を振動させることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項18】

上記加振手段は、ボイスコイルを有し、このボイスコイルによって、上記ビーム整形素子を振動させることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項19】

上記加振手段は、超音波モータを有し、この超音波モータによって、上記ビーム整形素子を振動させることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

[0054]

〔実施の形態 (2)〕

次に、スペックルノイズを低減する照明装置の他の実施の形態として、図6に示すように、放射光強度分布に異方性をもった半導体レーザからの同一光学的素子によって、スペックルノイズの除去と同一照明装置の構成を示す。

[0055]

半導体レーザ1から放射された光線は、図7に示すように、 θ 上方 (半導体レーザチップをなす積層構造の各面に垂直する方向) のビーム径が、 θ 下方 (半導体レーザチップをなす積層構造の各面に平行な方向) のビーム径に対して長くなっている楕円形状である。そのため、このままでは、効率よく光束を利用することが困難であり、また、画像表示装置等において、所定の領域を均一に照明することが困難である。

[0056]

そこで、この照明装置においては、図6に示すように、垂直に入射してきた断面が楕円形状の光束に対し、断面円形状の光束を射出するような性質を有するビーム整形素子6を透過させる。

[0057]

そして、ビーム整形素子6を透過した光束は、コリメータレンズ2によって平行光束となされて、被照面となる空間光変調素子5を照明する。ビーム整形素子6は、上述の実施の形態におけると同様に、加層手段4によって、光軸に直交する面内で運動される。このようにビーム整形素子6が運動されることによって、空間光変調素子5において形成される干涉パターンが人の目に認識される。これにより動き回り、結果的にスペックルノイズが低減される。

[0058]

なお、図6において、B1は、半導体レーザ1から放射された光束のビーム形状を示し、B2は、ビーム整形素子6を透過した後の光束のビーム形状を示し、B3は、コリメータレンズ2を透過した後の光束のビーム形状を示している。

[0059]

さらに、ビーム整形素子6を透過した後のビーム形状が、空間光変調素子5と同一の形状となるようにすることが考えられる。この場合には、楕円形、または、円形の断面形状を有する光束が入射されたとき、この光束の断面形状を矩形として射出させる特性を有するビーム整形素子6を用いる。そして、このようなビーム整形素子6を光軸上に対して垂直方向に運動させることによって、空間光変調素子5において形成される干涉パターンを人の目に認識されにくいように動き回らせることができ、結果的にスペックルノイズを低減させることができる。

[0060]

本発明に係る照明装置においては、この実施の形態に示したような光学系を用いることによって、其利用効率を高く維持しつつ、スペックルノイズを有効に低減させることが可能となる。

[0061]

さらに、効果的にスペックルノイズを低減させる条件としては、図6の一節を拡大して示す図8に示すように、半導体レーザからの光束のビーム整形素子6の入射面内の任意の方向の光線径を a とし、この光線径 a に対応する方向についてのビーム整形素子6からの放射光の配光角を θ とし、ビーム整形素子6から空間光変調素子5までの距離を b とし、ビーム整形素子6からコリメータレンズ2までの距離を b_1 とし、ビーム整形素子6に入射する光束の中で前記光線径 a に対応する方向について光軸から最も離れた箇所を透過した光束がコリメータレンズ2を透過したときの光軸に対する出射角を ϕ_1 としたとき、下記の条件を満たすように、これら各光学素子設置するとい。

$$a/2 < b_1 \tan \theta + (b - b_1) \tan \phi_1$$

[0062]

この条件が満たされることにより、ビーム整形素子6上のより大きな面積からの光束が空間光変調素子5上に集まって平均化されるため、スペックルノイズを低減させる効果を最大限に発揮することが可能となる。

[0063]

なお、ビーム整形素子6と空間光変調素子5との間に、コリメータレンズの他、コンデンサレンズやリレーンズなど、2枚以上の n 枚のレンズが配置されている場合には、効果的にスペックルノイズを低減させる条件としては、半導体レーザからの光束のビーム整形素子6の入射面内での任意の方向の光線径を a とし、この光線径 a に対応する方向についてのビーム整形素子6からの放射光の配光角を θ とし、ビーム整形素子6から空間光変調素子5までの距離を b とし、ビーム整形素子6側から数えて n 枚目のレンズとビーム整形素子6との間の光学的距離を b_n とし、ビーム整形素子6に入射する光束の中で前記光線径 a に対応する方向について光軸から最も離れた箇所を透過した光束が n 枚目のレンズを透過したとき、下記の条件を満たすように、これら各光学素子設置するとい (ただし、 n は2以上の整数である)。

$$a/2 < b_1 \tan \theta + 1 + 2 \sum_{n=2}^n (b_1 - b_{n-1}) \tan \phi_1 + (b - b_n) \tan \phi_n$$

[0064]

この条件が満たされることにより、ビーム整形素子6上のより大きな面積からの光束が空間光変調素子5上に集まって平均化されるため、スペックルノイズを低減させる効果を最大限に発揮することが可能となる。

[0065]

50 そして、この実施の形態においても、ビーム整形素子6

[0073]

そして、本発明に係る画像表示装置は、いわゆるフロントプロジェクタとして構成され、結像手段となる図示しない投影レンズによって、空間光変調素子5の光束をスクリーン上に投影することにより、空間光変調素子5による空間光変調に応じた画像表示を行う。

[0074]

〔実施の形態 (3)〕

さらに、半導体レーザ、または、その他のレーザ光源を用いてスペックルノイズを低減する照明光学系を有して構成された本発明に係る照明装置及び本発明に係る画像表示装置について説明する。

[0075]

この照明装置において、光源としては、図9に示すように、赤色 (以下、「R」とする。)、緑色 (以下、「G」とする。)、青色 (以下、「B」とする。)) の3色のうちの互いに異なる色の光を發する3個のレーザ光源1R、1G、1Bを用いている。

[0076]

なお、この図9においては、レーザ光源を各1個ずつとして示しているが、それぞれの色について複数のレーザ光源を用いるようにしてもよい。各色について複数のレーザ光源を並列的に用いたほうが、照明光学系全体のレーザ光源を並列的に用いたほうが、照明光学系全体について、後述するスペックルノイズの低減効果を大きくすることができる。

[0077]

各レーザ光源1R、1G、1Bから放射されたR、G、Bの各レーザ光は、それぞれコリメータレンズ7R、7G、7Bによって平行光束となされる。Rの光束は、ミラー (またはR光のみを反射するダイクロックミラー) 8Rによって反射され、G光のみを反射するダイクロックミラー8G及びB光のみを反射するダイクロックミラー8Bを透過する。Gの光束は、G光のみを反射するダイクロックミラー8Gによって反射され、B光の光束は、B光のみを反射するダイクロックミラー8Bによって反射される。このようにして、R、G、B各色光は、合成されて、コンデンサレンズ9に入射される。

[0078]

コンデンサレンズ9に入射された光束は、このコンデンサレンズ9によって集光され、リレーンズ10を介して結像手段となるコリメータレンズ11に入射する。このコリメータレンズ11は、入射された光束を平行光束として空間光変調素子5に入射させる。このようにして、空間光変調素子5が照明される。

[0079]

そして、本発明に係る画像表示装置は、いわゆるフロントプロジェクタとして構成され、空間光変調素子5を照明しこの空間光変調素子5によって表示する画像像を形成して、結像手段となる図示しない投

射レンズによって、スクリーン上に投影し、空間光変調素子5の実像を形成して画像表示を行う。

[0080]

なお、上述の図9においては、透過型の空間光変調素子5を示しているが、この透過型の空間光変調素子5に代えて、反射型の空間光変調素子を用いることもできる。

[0081]

このような構成からなる照明光学系においては、リレーレンズ10の近傍の光束は、他の場所比べて光束径が細く、リレーレンズ10の入射側にビーム整形素子3A、3Bは、コヒーレント光の光路上の任意の点の近傍に配置されており、この点は、この点におけるコヒーレント光の断面積がこのコヒーレント光の光軸上の前後位置における該コヒーレント光の断面積より小さくなっている点、すなわち、リレーレンズ10の近傍である。

[0082]

このビーム整形素子3A、3Bは、上述の実施の形態に於けると同様、加振手段4によつて、光軸に直交する平面内において、すなわち、このビーム整形素子3A、3Bの主面部に平行な平面内において、所定の周波数で振動せられる。ビーム整形素子3A、3Bがこのように入振動されることにより、スベックルノイズが低減される。

[0083]

そして、このような照明光学系においては、以下のような利点が存在する。まず、第一の利点は、ビーム整形素子3A、3Bの最適な振動振幅を小さくできることである。すなわち、ビーム整形素子3A、3Bを振動させること、コヒーレント光による干渉パターンがビーム整形素子3A、3Bの配光角に応じて分裂され、これによつて、空間光変調素子5におけるスベックルノイズが目立たなくなる。そのため、同一の振動周波数にて振動させた場合には、振動の振幅が大きい方が、スベックルノイズの低減効果は大きい。

[0084]

この実施の形態においては、例えば、ビーム整形素子3A、3Bを光軸に直交する方向に100 μ mの幅で振動させた場合、空間光変調素子5における干渉パターン、すなわち、スベックルノイズの振動の光軸に直交する方向の幅は、100 (c/a) μ mとなる。なお、ここで、aは、レーザ光源1R、1G、1Bからの光束のビーム径であり、cは、レーザ光源からの光束の方向の光変調素子5の出射面内での任意の方向の光束径である。すなわち、この実施の形態において、空間光変調素子5上でのスベックルノイズの振動の光軸に直交する方向の幅が100 μ mである場合、(c/a)が1

の条件を満たすように、これら各光学素子設置するとい (12) 特開2004-138669

い (ただし、nは2以上の整数である)。

$$a/2 < b \tan \theta + 1 + 2^n (b - b_1 - 1)$$

$$\tan \phi_1 - 1 + (b - b_n) \tan \phi_n$$

[0089]

この条件が満たされることにより、ビーム整形素子3A、3B上のより大きな面積からの光束が空間光変調素子5上に集まって平均化されるため、スベックルノイズを低減させる効果を最大限に發揮することが可能となる。

[0090]

そして、この実施の形態においても、ビーム整形素子3A、3Bの振動周波数は、30Hz以上が望ましい。振動周波数がこの値以下だと、スベックルノイズが空間光変調素子5上で動き回るのが認識されてしまうため、スベックルノイズの低減効果が小さくなってしまふ。

[0091]

また、空間光変調素子5上でのスベックルノイズの振動の光軸に直交する方向の幅は、小さすぎると、スベックルノイズの低減効果が小さくなってしまふ。逆に、大きく過ぎると、騒音の発生原因や、機械的信頼性の低下を引き起こしてしまう。この点に関しては、本発明者による実験結果によると、100 μ m以上400 μ m以下が望ましい。

[0092]

そして、圧電素子、ボイスコイル、または、超音波モータ等の振動素子を用いてビーム整形素子3A、3Bを振動させる場合、ビーム整形素子3A、3Bの共振周波数(固有振動数)を30Hz程度に設定することにより、少ない消費電力で振動させることができる。この場合、比較的大きいガラス等からなるビーム整形素子3A、3Bを用いた場合には、上述の共振条件を満たすように振動系を設計した場合に、質量の大きさに応じて振動系のばね定数も大きくしなければ、共振周波数を30Hz程度とすることが達成できず、そのために駆動音の増加や、機械的信頼性の低下を引き起こされる可能性が増加する。

[0093]

したがって、ビーム整形素子3A、3Bをなす材料としては、比較的大きい材料、例えば、ポリカーボネイト、ポリエスチル等の合成樹脂材料を用いることが好ましい。

[0094]

さらに、光源としては、コヒーレンスの低いマルチモード発振の半導体レーザがよい。しかし、単一波長の光源を必要とする照明装置、例えば、色収差の許容量が極めて小さい光学系を用いる場合などにおいてはこの限りではない。

[0095]

以上のような条件を満たした光学系を利用することによ

って、スベックルノイズのない、もしくはスベックルノイズの非常に少ない照明装置及び画像表示装置を實現することができる。

[0096]

[発明の効果]

上述のように、本発明に係る照明装置においては、コヒーレント光のビーム整形素子に入射するときのビーム径a、ビーム整形素子から被照明面までの光学的距離b及びビーム整形素子を通じた光束の配光角 θ の間に上述の所定の条件、

$$\tan \theta > (a/2b)$$

が満たされていることにより、光源の光利用効率を高く維持しつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。

[0097]

また、この照明装置は、さらに、ビーム整形素子と被照射面との間に少なくとも一のレンズが配置されている場合において、コヒーレント光のビーム整形素子に入射するときのビーム径a、ビーム整形素子から被照明面までの光学的距離b、ビーム整形素子を通じた光束の配光角 θ 、ビーム整形素子に入射するコヒーレント光の中で光軸から最も離れた箇所を透過した光束がビーム整形素子から数えてn枚目のレンズを通過したときの光軸に対する出射角 ϕ_n 及びn枚目のレンズとビーム整形素子との間の光学的距離b_nの間に上述の所定の条件、

$$(n=1 \text{ のとき}) \quad a/2 < b \tan \theta + (b - b_n) \tan \phi_n$$

$$(n \geq 2 \text{ のとき}) \quad a/2 < b \tan \theta + 1 + 2^n \Sigma^n (b_i - b_{i-1})$$

が満たされていることにより、ビーム整形素子と被照射面との間にn枚のレンズが配置されている場合であっても、光源の光利用効率を高く維持しつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。

[0098]

さらに、本発明に係る照明装置においては、ビーム整形素子を、コヒーレント光の断面積がこのコヒーレント光の光軸上の前後位置における該コヒーレント光の断面積より小さくなっている点の近傍に配置することにより、ビーム整形素子を小型化し、かつ、このビーム整形素子の振動振幅を小さくしつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。

[0099]

そして、本発明に係る画像表示装置においては、上述のような照明装置を備えることにより、光源の光利用効率を高く維持しつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。または、ビーム整形素子を小型化し、かつ、このビーム整形素子の振動振幅を小さくしつつ、スベックルノイズを充分に低減することができる。

[0100]

すなわち、本発明は、照明光としてコヒーレント光を用い、装置構成を大型化することなく、また、光利用効率の低下を招来することなく、スペckルノイズの発生が抑えられた照明装置を提供し、また、このような照明装置を備えて構成された画像表示装置を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る照明装置の構成を示す側面図である。

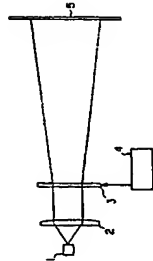
【図 2】 上記照明装置におけるビーム整形素子の特性を示すグラフである。

【図 3】 上記照明装置におけるビーム整形素子の出射角の特性の他の例を示すグラフである。

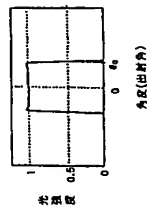
【図 4】 上記照明装置においてビーム整形素子を出射した光束の光路を示す側面図である。

【図 5】 上記照明装置におけるビーム整形素子の振動幅とスペckルノイズの減少との関係を示すグラフである。

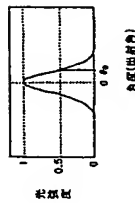
【図 1】



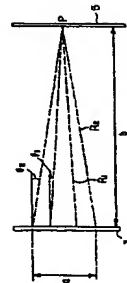
【図 3】



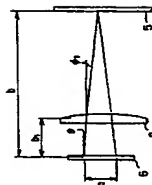
【図 2】



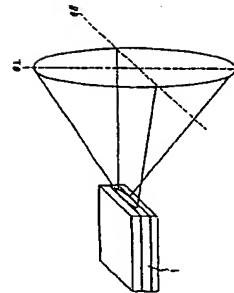
【図 4】



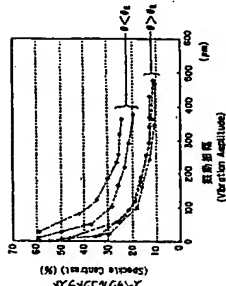
【図 8】



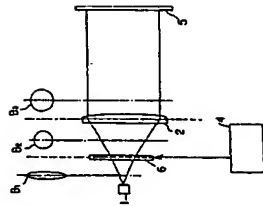
【図 7】



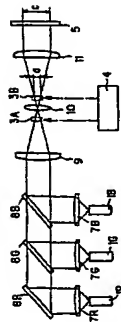
【図 5】



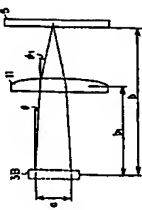
【図 6】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 中尾 勇

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内
Fターム(参考) 2K103 AA01 AA05 AA07 AA16 AB10 BA02 BA11 BA17 BC30 BC38
BC47 BC50 CA17 CA75 CA76
5C058 AA06 BA33 EA51